

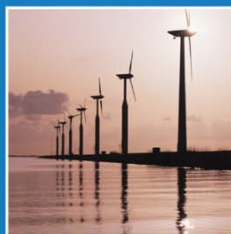
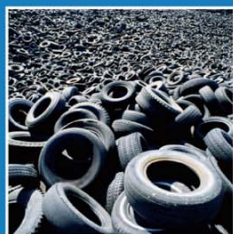
Martin Distelkamp  
Bernd Meyer  
Mark Meyer

GWS mbH

# Quantitative und qualitative Analyse der ökonomischen Effekte einer for- cierten Ressourceneffizienzstrategie

## Zusammenfassung

Zusammenfassung der Ergebnisse des Arbeitspakets 5  
des Projekts „Material-effizienz und Ressourcenschonung“  
(MaRess)



Wuppertal, Dezember 2010

ISSN 1867-0237

**Kontakt zu den Autor(inn)en:**

Prof. Dr. Bernd Meyer

GWS mbH  
49080 Osnabrück, Heinrichstr. 30

Tel.: +49 (0) 541 40933 -140, Fax: -110  
Mail: meyer@gws-os.com

**„Materialeffizienz und Ressourcenschonung“  
(MaRes) – Projekt im Auftrag des BMU | UBA**

**Projektlaufzeit:** 07/2007 – 12/2010

**Projektleitung:**

Dr. Kora Kristof / Prof. Dr. Peter Hennicke

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH  
42103 Wuppertal, Döppersberg 19

Tel.: +49 (0) 202 2492-183/-136, Fax: -198/-145

Mail: kora.kristof@wupperinst.org  
peter.hennicke@wupperinst.org

© Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Weitere Informationen zum Projekt

„Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (MaRes)

finden Sie unter **[www.ressourcen.wupperinst.org](http://www.ressourcen.wupperinst.org)**



**Wuppertal Institut**  
für Klima, Umwelt, Energie  
GmbH

**Wuppertal Institut  
in Kooperation mit**

BASF  
Borderstep  
CSCP  
Daimler  
demea – VDI / VDE-IT  
ECN  
EFA NRW  
FhG IAO  
FhG UMSICHT  
FU Berlin  
GoYa!  
GWS  
Hochschule Pforzheim  
IFEU  
Institut für Verbraucherjournalismus  
IÖW  
IZT  
MediaCompany  
Ökopol  
RWTH Aachen  
SRH Hochschule Calw  
Stiftung Warentest  
ThyssenKrupp  
Trifolium  
TU Berlin  
TU Darmstadt  
TU Dresden  
Universität Kassel  
Universität Lüneburg  
ZEW

Gefördert wird das Vorhaben im Rahmen des UFOPLAN  
durch das BMU und das UBA, Förderkennzeichen: 3707 93 300

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung  
liegt bei den Autor(inn)en.



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

**Umwelt  
Bundes  
Amt**   
Für Mensch und Umwelt

## **Die Fragestellung**

Welche ökonomischen Wirkungen gehen von einer forcierten Politik zur Steigerung der Ressourceneffizienz aus? Welche Wirkungszusammenhänge müssen im gesamtwirtschaftlichen Kontext bei den verschiedenen Instrumenten der Ressourcenpolitik erwartet werden? Ist eine Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch langfristig vorstellbar? Dies sind die Fragen, auf die das Arbeitspaket 5 Antworten zu geben hat.

## **Die Methode**

Das methodische Vorgehen besteht darin, mit einem nach Branchen tief gegliederten umweltökonomischen Modell, das den Zusammenhang zwischen wirtschaftlicher Entwicklung, Ressourcenverbrauch und Schadstoffemissionen abbildet, Simulationsrechnungen durchzuführen. Dabei vergleicht man eine vom Modell berechnete Entwicklung, die den Einsatz einer oder mehrerer umweltpolitischer Maßnahmen enthält, mit einer Referenz, in der diese Maßnahmen fehlen. Der Vergleich zwischen der Referenzentwicklung und der Alternativentwicklung mit Maßnahmen erlaubt dann Rückschlüsse auf die Wirkung der Maßnahmen.

Um belastbare Ergebnisse generieren zu können, empfiehlt es sich ein Modell zu verwenden, dessen Parameter durch die Anwendung ökonometrisch-statistischer Verfahren geschätzt worden sind. Das im Projekt eingesetzte Modell PANTA RHEI ist ein solches ökonometrisches Modell. Es ist ein in vielen umweltökonomischen Anwendungen erprobtes Modell, das im Rahmen des Projektes um ein Materialmodul ergänzt worden ist. Datenbasis des Materialmoduls ist ein Datensatz des Wuppertal-Instituts, der die verschiedenen Kategorien des Materialverbrauchs in tiefer Branchengliederung wiedergibt.

## **Die Referenzentwicklung**

Bei der Referenzentwicklung handelt es sich um eine Prognose, die die wirtschaftliche Entwicklung, den Ressourcenverbrauch und die Schadstoffemissionen bis zum Jahr 2030 beschreibt. Bei der Erstellung der Prognose müssen einige Einstellungen vorgegeben werden. Im Zusammenhang mit der Fragestellung sind insbesondere die zu erwartende weltwirtschaftliche Entwicklung sowie das Verhalten der Politik in Deutschland und hier insbesondere der Umweltpolitik von Bedeutung. In der Studie wird die Frage nach diesen Vorgaben sehr intensiv diskutiert, indem Sensitivitätsanalysen mit unterschiedlich kombinierten Vorgaben durchgeführt werden. Dabei hat sich zweierlei gezeigt: Zum einen ist deutlich geworden, dass die in den letzten zehn Jahren zu beobachtende Dynamik des Materialverbrauchs in Deutschland wesentlich durch die von der starken Exportentwicklung getriebenen Metalle bestimmt ist. Deutschland exportiert vor allem und mit großem Erfolg Investitionsgüter, die, wie etwa Maschinen und Fahrzeuge, überwiegend aus Metallen bestehen. Zum anderen wird der Materialverbrauch in starkem Maße durch die Klimapolitik bestimmt, die den Einsatz der fossilen Energieträger Kohle, Gas und Erdöl zurückdrängt. Insofern ist es für das Niveau des Materialverbrauchs in der Referenzentwicklung entscheidend, welche Annahmen über

die Entwicklung der Weltwirtschaft und die Klimapolitik gesetzt werden. Wir haben ein langfristig moderates Wachstum der Weltwirtschaft unterstellt, das zu einem Wachstum der deutschen Exporte von ca. 3,2% pro Jahr führt. Hinsichtlich der Klimapolitik unterstellen wir in der Referenzentwicklung ein engagiertes Verhalten, das sich für das Jahr 2050 eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80% gegenüber dem Wert von 1990 zum Ziel setzt. Der Reduktionspfad impliziert für das Endjahr 2030 der Simulationsrechnungen eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Wert von 1990 von ca. 54%. Da noch keine endgültige Festlegung des Instrumenteneinsatzes für den gesamten Zeitraum durch die Politik erfolgt ist, unterstellen wir, dass die bisher eingesetzten Instrumente zur Förderung erneuerbarer Energien und zur Steigerung der Energieproduktivität in Unternehmen und Haushalten weiterentwickelt werden. Über die zu erreichenden Ziele der Klimapolitik herrscht in der gegenwärtigen Regierung und der Opposition weitgehende Übereinstimmung, was die Auswahl dieser Referenz stützt.

### Die untersuchten Instrumente

Die Studie ist breit angelegt, indem sie Instrumente aus allen drei wichtigen Instrumentengruppen – ökonomische Instrumente, Informationsinstrumente und Regulierung durch das Setzen technischer Standards – auswählt. Sinn der Rechnungen ist allerdings nicht, flächendeckend alle im Rahmen des MaRess-Projektes diskutierten Instrumente abzubilden. Das ist schon deshalb nicht möglich, weil sich eine Reihe von Maßnahmen (bisher) einer Abbildung in einem makroökonomischen Modell verschließt und daher in ihren Wirkungen nicht quantifizierbar ist. Es geht hier vielmehr darum, beispielhaft aus möglichst jeder Instrumentengruppe mindestens eine konkrete Maßnahme zu modellieren.

Aus dem Bereich der **ökonomischen Instrumente** wurden Steuern auf den Verbrauch und eine Steuer auf den Ressourceneinsatz betrachtet.

Bei den Verbrauchssteuern variieren wir die Mehrwertsteuersätze auf Verkehrsleistungen der Bahn und des Flugverkehrs. Der Mehrwertsteuersatz für Leistungen der Bahn wird von dem Regelsatz 19% auf den ermäßigten Satz von 7% reduziert, während der Mehrwertsteuersatz für Leistungen des Flugverkehrs vom ermäßigten Satz auf den regulären Satz angehoben wird.

Die Wirkungen von Steuern auf den Einsatz der Ressourcen untersuchen wir exemplarisch für die Baustoffe. Es wird ab dem Jahr 2012 eine Steuer auf die Extraktion und die Einfuhr von Baustoffen erhoben. Der Steuersatz beträgt bei der Einführung im Jahr 2012 2 € pro Tonne und wird bis zum Jahr 2030 pro Jahr um 5% erhöht, sodass er im Jahr 2030 den Wert von 4,80 € erreicht.

Die **Informationsinstrumente** sind sehr vielfältiger Natur. Eine Wirkungsanalyse für einzelne Ausprägungen dieser Instrumentengruppe ist unmöglich, weil dafür die empirischen Belege fehlen und sich somit kaum Anhaltspunkte für eine Modellierung ergeben. Der Ausweg besteht darin, dass eine Abschätzung der Wirkungen versucht wird, die eine bestmögliche Information der Akteure gegenüber der Baseline erbringt. Was

sind die Kosten einer bestmöglichen Information der Unternehmen und welche Wirkungen hat sie auf den Rohstoffverbrauch? Auf diese Weise ist es möglich, zumindest das Potenzial von Informationsinstrumenten abzuschätzen, ohne sie jetzt konkreten Maßnahmen zurechnen zu müssen. Für den Unternehmensbereich liegen empirische Belege für diese Potenziale auf der Basis der Erfahrungen von Beratungsunternehmen vor. Ferner haben die Deutsche Materialeffizienzagentur DEMA und die Effizienz-Agentur NRW umfangreiche Erfahrungen über die Wirkung von Beratungsleistungen auf die Technologie und die dabei entstehenden Kosten sammeln können. Die Beratungsunternehmen kommen zu dem Ergebnis, dass in den Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes im Durchschnitt ein Einsparpotenzial von 20% der Materialkosten besteht. Die Kosten zur Ausschöpfung des Potenzials entsprechen der Einsparung eines Jahres und bestehen zu einem Drittel aus Beratungskosten und zu zwei Dritteln aus zusätzlichen Investitionen in Ausrüstungen. In diesem Modell wird angenommen, dass es gelingt, innerhalb von 20 Jahren alle Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes einer Beratung mit diesem Erfolg zuzuführen, was bedeutet, dass jedes Jahr 5% der Unternehmen beraten werden.

Als **Regulierungsmaßnahme** betrachten wir die Einführung von Vorschriften zum Einsatz von Sekundärrohstoffen bei der Erzeugung von NE-Metallen. Hier wird unterstellt, dass in den Endprodukten ein bestimmter Anteil von wiederverwendeten NE-Metallen enthalten sein muss. Der Anteil von recycelten NE-Metallen in den Endprodukten steigt von 2012 von seinem heutigen Wert linear an, bis er sich bis zum Jahr 2030 verdreifacht hat.

Man kann sich vorstellen, dass hier intelligente Formen der Regulierung zum Einsatz kommen, die etwa auf Zielvereinbarungen mit den betreffenden Branchen oder dem Top-Runner-Konzept beruhen. Da alle Endprodukte dem Standard genügen müssen, schließt dies auch die importierten Güter ein. Dies bedeutet, dass hier entweder internationale branchenbezogene Vereinbarungen über die Produktion von NE-Metallen gefordert sind, oder bei den importierten Endprodukten der Nachweis erbracht werden muss, dass der gewünschte Anteil an Sekundärrohstoffen im Endprodukt enthalten ist.

Wir rechnen dieses Szenario in zwei Varianten. Die Substitution von Metallen durch Sekundärrohstoffe ist im Modell mit einer ökonomisch gemessenen Substitutionselastizität möglich, die deutlich kleiner als 1 ist. Dies bedeutet, dass die Substitution von Erzen durch Sekundärrohstoffe Kosten verursacht. Nun mag es sein, dass die Ausdehnung des Recycling in diesem Bereich die Verfahren verbessert, so dass die Kosten sich vermindern. Um das Potenzial einer solchen Entwicklung abzuschätzen, unterstellen wir in der Variante II, dass die Substitutionselastizität für Erze versus Sekundärrohstoffe -1 beträgt.



## Die Ergebnisse

Wie bereits dargelegt, untersuchen wir bei **den ökonomischen Instrumenten** zum einen die Wirkungen von Änderungen der Mehrwertsteuer im Verkehrsbereich, zum anderen wird eine Baustoffsteuer als Beispiel für eine Ressourcensteuer simuliert. Hinsichtlich der Verwendung des zusätzlichen Steueraufkommens unterstellen wir, dass eine Entlastung bei den anderen Steuern – wir wählen die Einkommensteuer – erfolgt, so dass die Steuerbelastung insgesamt unverändert bleibt. Die insgesamt gegebene Anhebung der Gütersteuern hat leicht negative ökonomische Effekte, die aber durch die von der Senkung der Einkommensteuer ausgehenden positiven Effekte weitestgehend kompensiert werden. Die Änderung der Mehrwertsteuersätze für Bahn- und Flugreisen senkt den Energieverbrauch, bleibt aber relativ unbedeutend für den Materialverbrauch, weil der Rückgang der Flugreisen zwar den Einsatz von Öl mindert, auf der anderen Seite aber die Zunahme des Bahnverkehrs auch zu einem Anwachsen des Verbrauchs von Kohle und Gas für die Elektrizitätserzeugung führt. Die Einführung der Baustoffsteuer hat dagegen eine erhebliche Wirkung auf den Materialverbrauch. Die Extraktion im Inland nimmt um 9,7% ab, der Gesamtindikator Total Material Requirement (TMR), der neben der inländischen Extraktion auch die Rohstoffimporte und die in den Güterimporten direkt und indirekt enthaltenen Rohstoffe erfasst, wird um 1,5% im Vergleich zur Referenzentwicklung bis zum Jahr 2030 vermindert.

Tab. 1 stellt die Ergebnisse für die Änderung der Mehrwertsteuersätze im Verkehrsbereich und die Einführung der Baustoffsteuer noch einmal zusammenfassend dar. Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen sind offensichtlich weitgehend neutral, es ergeben sich aber die gewünschten Minderungen des Endenergieverbrauchs und des Total Material Requirement. Die ausgewiesenen Abweichungen im Promille-Bereich sind natürlich nicht mehr signifikant und sollten deshalb auch nicht als „positiv“ oder „negativ“ interpretiert werden.

Tab. 1: Die Gesamtwirkung der betrachteten ökonomischen Instrumente auf wichtige gesamtwirtschaftliche Indikatoren im Jahr 2030

Abweichungen von der Baseline					
	Bruttoinlands- produkt	Verf. Eink. der HH	Erwerbs- tätige	Endenergie- verbrauch	TMR
in v.H.	-0,06	0,07	-0,01	-0,3	-1,5
absolut	-1,5 Mrd. €	+1,5 Mrd. €	-5.400 Pers.	-25.784 TJ	-81,9 Mio t

Welche Wirkungen sind zu erwarten, wenn es gelingt, in allen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes durch ein **Informations- und Beratungsprogramm** innerhalb von zwanzig Jahren die im Hinblick auf den Materialverbrauch „best practice“ einzuführen? Die direkten Wirkungen liegen auf der Hand: Die Unternehmen, die Material im Produktionsprozess einsetzen, erfahren eine deutliche Senkung der Produktionskosten, während die Firmen, die Material erzeugen, Absatz- und Produktionseinbußen

hinnehmen müssen. Weil die Märkte nicht perfekt sind, werden die Gewinner ihre Preise im Vergleich zur Entwicklung ihrer Stückkosten weniger senken, so dass ihre Wertschöpfung steigt. Der von den Gewinnern ausgelöste expansive Effekt dominiert eindeutig: Steigende Wertschöpfung lässt Einkommen und Konsumnachfrage steigen, die Preissenkungen führen zu einer Verbesserung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit, die zu steigenden Exporten und fallenden Importen führt. Der Effekt auf das Bruttoinlandsprodukt ist mit einer Zunahme von 14,2% im Jahre 2030 gegenüber der Referenz eindeutig expansiv.

Gleichzeitig steigt die Ressourcenproduktivität erheblich stärker an als das Bruttoinlandsprodukt, sodass der Ressourcenverbrauch (TMR) gegenüber der Referenz im Jahre 2030 um 9,2%, aber auch gegenüber dem aktuellen Niveau deutlich fällt. Auch die Energieproduktivität steigt erheblich an, wodurch der Endenergieverbrauch trotz der kräftigen wirtschaftlichen Belebung nur knapp über dem niedrigen Niveau der Referenz liegt.

Die wirtschaftliche Belebung erhöht auch das Steueraufkommen. Auf der Ausgaben-seite des Budgets des Staates findet infolge der günstigen Beschäftigungsentwicklung eine Entlastung statt. Ferner steigt der Konsum des Staates geringer an als die Einnahmen, weil die für die Gesellschaft zu erbringenden Dienstleistungen des Staates (innere und äußere Sicherheit, Rechtsprechung, Öffentliche Verwaltung, Bildung) als Folge der durch die Dematerialisierung steigenden Wertschöpfung nicht in demselben Maße expandieren wie die Privatwirtschaft. Folglich verbessert sich der Finanzierungssaldo des Staates Jahr für Jahr, was bis 2030 zu einer Verringerung der Staatsschuld um 10,2% gegenüber der Referenz führt. Insofern steht auch ein Finanzierungsspielraum für staatliche Förder- und Beratungsprogramme zur Steigerung der Ressourceneffizienz zur Verfügung.

Tab. 2 fasst die Ergebnisse der Wirkung der Informations- und Beratungsinstrumente zusammen.

Tab. 2: Die Wirkung der Informationsinstrumente in Deutschland auf wichtige gesamtwirtschaftliche Indikatoren im Jahr 2030

Abweichungen von der Baseline					
	Bruttoinlands- produkt	Staatsschuld	Erwerbs- tätige	Endenergie- verbrauch	TMR
in v.H.	+ 14,2	-10,2	+ 1,9	+ 0,42	-9,2
absolut	+374,7Mrd. €	- 226,0 Mrd. €	+696.100 Pers	+33147 TJ	-506,4 Mio t

Bei den Maßnahmen zum **Recycling von NE-Metallen** wurden zwei Fälle unterschieden: Zum einen wurde unterstellt, dass die Substitution von Erzen durch Sekundärmaterial auch im Prognosezeitraum zu denselben Kosten bei der Erstellung von NE-Metallen führt, die im Stützzeitraum des Modells gemessen wurden. Zum anderen wurde unterstellt, dass infolge der im Prognosezeitraum zu erwartenden kräftigen Preissteigerungen für Erze technischer Fortschritt beim Recycling von NE-Metallen

realisiert wird, der diese Kosten vermeidet. In beiden Fällen sind die wirtschaftlichen Wirkungen auf Bruttoinlandsprodukt und Beschäftigung positiv, weil jeweils Ausgaben für importierte Rohstoffe durch Wertschöpfung im Inland ersetzt werden. Im folgenden betrachten wir die Variante ohne Kosten der Substitution näher.

Das Bruttoinlandsprodukt steigt um 0,04% bzw. 1 Mrd. € preisbereinigt an, die gesamtwirtschaftliche Beschäftigung verbessert sich um 0,03% bzw. 10.600 Personen. Die Staatsverschuldung reduziert sich um 2,5 Mrd. € oder 0,1%.

Der Indikator TMR liegt im Jahre 2030 um -8,9% (- 490 Mill. t) unter dem Wert der Baseline. In diesem Szenario konzentrieren sich die Wirkungen fast vollständig auf die Metalle, deren TMR im Jahre 2030 um 23,5% unter dem Wert der Baseline liegt. Eine entscheidende Rolle spielen dabei die gewaltigen Rucksäcke, die auf den in den Güterimporten enthaltenen NE- Metallen liegen.

Tab. 3: Die Wirkung des Recycling von NE-Metallen in Deutschland bei einer Verdreifachung des Einsatzes sekundärer Rohstoffe und einer Substitutionselastizität von -1 im Jahre 2030

Abweichungen von der Baseline

	Bruttoinlands- produkt	Staats-schuld	Erwerbs- tätige	Endenergie- verbrauch	TMR
in v.H.	+ 0,04	-0,1	+ 0,03	+ 0,01	-8,9
absolut	+ 1,0 Mrd. €	- 2,5 Mrd. €	+ 10.600 Pers	+ 916,0 TJ	-489,8 Mio t

### Die Abschätzung des Potenzials einer forcierten Strategie zur Steigerung der Ressourceneffizienz

Die bisherigen Analysen haben gezeigt, welche Wirkungen von den einzelnen in der Studie betrachteten Instrumenten ausgehen. Dabei ging es nicht um Vollständigkeit, sondern um Beispiele für Instrumente aus den einzelnen Politikfeldern. Insofern ist die Absicht dieses Abschnitts auch nicht, einen konkreten Politikvorschlag zu entwickeln. Dies ist vielmehr Aufgabe des Arbeitspakets 7 sowie der detaillierten Instrumentenentwicklung in den Arbeitspaketen 3, 4 und 12 des MaRes-Projekts. In diesen Paketen werden auch Fragen der Durchsetzbarkeit der Instrumente und ihrer Kompatibilität mit anderen Politikfeldern usw. diskutiert. Der hier vorliegende Untersuchungsbereich hat deshalb eher den Charakter einer Sensitivitätsanalyse. Keine der im einzelnen untersuchten Politikmaßnahmen ist als undurchführbar einzuschätzen und könnte insofern Bestandteil eines policy mix sein. Deshalb macht es trotz der genannten Einschränkungen Sinn danach zu fragen, welche Wirkungen **insgesamt** für die wirtschaftliche, ökologische und soziale Entwicklung zu erwarten sind, um eine Einschätzung der Potenziale zu entwickeln, die eine Ressourceneffizienzstrategie hat.

Die Wirkungsanalyse der einzelnen Instrumente hat gezeigt, dass insbesondere das Informations- und Beratungsprogramm ein sehr hohes Potenzial für eine wirtschaftliche Expansion hat. Die mit der Steigerung der Materialeffizienz einhergehende Senkung der Produktionskosten im Verarbeitenden Gewerbe steigert die internationale Wettbewerbsfähigkeit und erhöht die Wertschöpfung im Inland. Der Preisindex der Bruttopro-

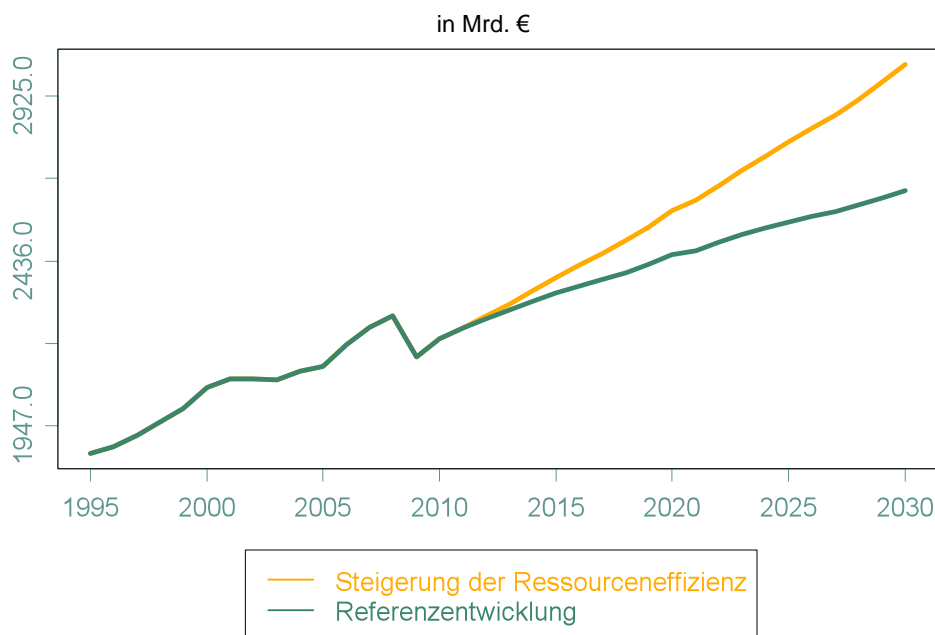


duktion fällt bis 2030 gegenüber der Baseline im Durchschnitt um 4,3%. Der Nominallohn bleibt in etwa konstant, weil sich die Wirkungen der Preissenkungen und der Produktivitätssteigerungen auf die Lohnabschlüsse weitgehend kompensieren. Damit steigt der Reallohn um den Prozentsatz der Preissenkung. In den Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes werden aber wegen der steigenden Materialproduktivität die Stückkosten insgesamt deutlich gesenkt.

Die Nachfrage steigernden Effekte sind wesentlich stärker als die von der Nachfrageminderung bei den Material erzeugenden Unternehmen bewirkte Reduktion von Wertschöpfung. In diesem Zusammenhang spielt insbesondere die Senkung der Rohstoffimporte eine wichtige Rolle.

Die anderen Maßnahmen haben nur eine geringfügige Wirkung auf Wertschöpfung und Bruttoinlandsprodukt. Die steuerlichen Maßnahmen sind in der Summe neutral, weil das Aufkommen aus der Erhöhung des Mehrwertsteuersatzes für Flugreisen, der Senkung des Mehrwertsteuersatzes für Bahnreisen und der Einführung der Baustoffsteuer durch die Senkung der Einkommensteuer kompensiert wird. Die Regulierungsmaßnahmen zum Recycling von NE-Metallen haben leicht positive Wirkungen auf das Bruttoinlandsprodukt, weil Importe von Rohstoffen durch inländische zusätzliche Wertschöpfung im Sektor „Sekundärrohstoffe“ substituiert werden.

Abb. 1: Preisbereinigtes Bruttoinlandsprodukt



Die Ergebnisse der Simulationsrechnungen mit dem Modell PANTA RHEI können wie folgt zusammengefasst werden: Eine engagierte Klimapolitik ermöglicht bei anhaltendem Wirtschaftswachstum bis 2030 eine Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 54% gegenüber dem historischen Wert des Jahres 1990 und gleichzeitig eine absolute Entkoppelung des Ressourcenverbrauchs von der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts.

Basierend auf dieser Referenz kann ein **Potenzial** für eine forcierte Politik zur Steigerung der Ressourceneffizienz, bestehend aus ökonomischen Instrumenten, Informations- und Beratungsinstrumenten und auch Regulierungsmaßnahmen, *im Vergleich zur Referenzentwicklung ohne diese Maßnahmen* bis zum Jahre 2030 mit folgenden Ergebnissen abgeschätzt werden: Das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt nimmt um 14% (+372 Mrd. €) zu (siehe Abb. 1), die Beschäftigung steigt um 1,9% (+680.000 Personen), die Staatsverschuldung reduziert sich um 11% (-251 Mrd. €), der Ressourcenverbrauch vermindert sich um 20% (-993 Mill. t, siehe Abb. 2) und die CO<sub>2</sub>-Emissionen bleiben trotz des steigenden Bruttoinlandsprodukts auf dem niedrigen Niveau der Referenz (gegenüber 1990: -54%). Die Ressourcenproduktivität verdoppelt sich in dem Zeitraum von 2010 bis 2030.

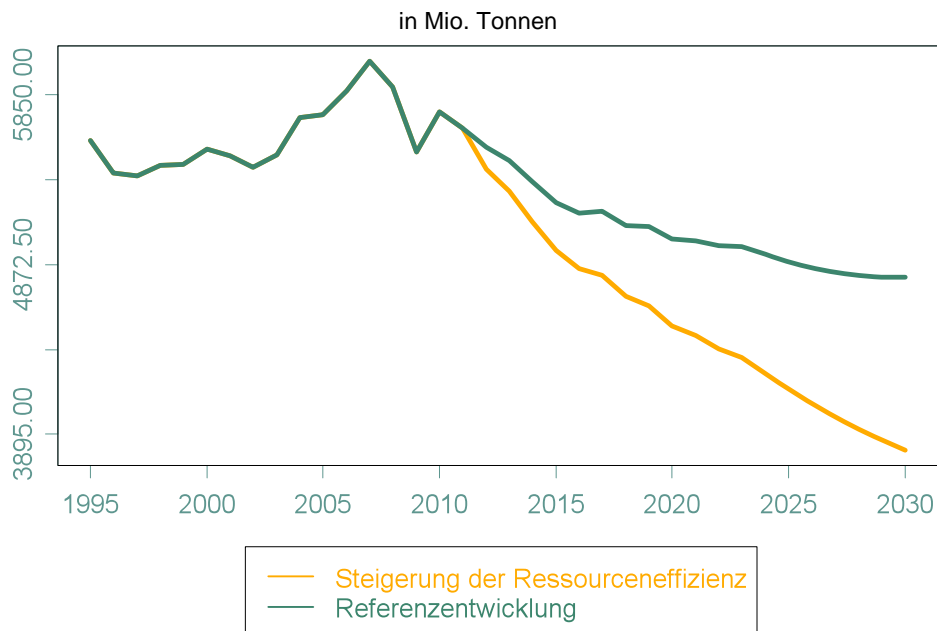
Die Zunahme der Ressourceneffizienz senkt die Produktionskosten und steigert die internationale Wettbewerbsfähigkeit. Sie bewirkt ferner eine absolute Entlastung der Naturnutzung, sofern das Wachstum der Ressourceneffizienz das Wachstum des Bruttoinlandsprodukts deutlich übersteigt. Die Rechnungen belegen, dass die dargestellten Maßnahmen in geeigneter Kombination dieses Ziel erreichen können.

Die Informationsinstrumente, die im Verarbeitenden Gewerbe vorhandene Effizienzpotenziale bei gegebener Technik erschließen, haben zweifellos den Vorteil, dass sie politisch eher durchsetzbar sind als andere Instrumente. Ihr Potenzial ist beträchtlich – der positive ökonomische Effekt ist überwiegend auf ihren Einsatz zurückzuführen: Die Reduktion des Ressourcenverbrauchs um etwa 50%. Ob das Potenzial auch ausgeschöpft werden kann, hängt davon ab, ob alle Unternehmen im unterstellten Untersuchungszeitraum erfolgreich erreicht werden. Natürlich ist es nicht mit der Einrichtung von Beratungsstellen und Werbung für diese Maßnahmen getan. Zur Ausschöpfung dieser Potenziale müssen auch Anreize gesetzt werden. Ein Informationsprogramm könnte durch eine Besteuerung des Materialeinsatzes begleitet werden. Angesichts der zu erwartenden positiven Wirkungen auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Dematerialisierung werden bei einer angemessenen Dosierung insgesamt keine negativen ökonomischen Effekte damit verbunden sein. Der Einsatz ökonomischer Instrumente hat den Vorteil, dass über Preiswirkungen vielfältige Anreize zur Substitution von materialintensiven Prozessen auf der Unternehmensebene und auch zur Substitution von materialintensiven Konsumgütern auf der Ebene der Konsumenten ausgelöst werden. Das Beispiel der Baustoffsteuer hat gezeigt, dass die Wirksamkeit der Ressourcensteuern beträchtlich ist.

Langfristig muss ein ressourcensparender technischer Fortschritt generiert werden. Dabei bietet das Recycling gerade für Deutschland eine interessante Perspektive. Am Beispiel der NE-Metalle konnte gezeigt werden, dass das Dematerialisierungspotenzial groß ist, weil Deutschland einen im Vergleich zu anderen Ländern besonders umfangreichen Investitionsgütersektor hat, der vor allem für die Weltwirtschaft produziert. Der Verbrauch von Metallen ist hier entsprechend hoch und folgt auch der wirtschaftlichen Dynamik dieses Sektors. Angesichts der Verknappung der Metalle und der damit ein-

hergehenden möglicherweise dramatischen Preisentwicklungen dieser Rohstoffe ist auch in der Wirtschaft die Bereitschaft zur verstärkten Nutzung des Recycling groß.

Abb. 2: Totaler Materialverbrauch (TMC) Deutschlands



Die Simulationsrechnungen mit dem Modell PANTA RHEI haben gezeigt, dass eine dauerhafte Entkoppelung von Wirtschaftswachstum und Rohstoffverbrauch möglich ist. Die Kombination einer engagierten Klimapolitik mit einer Politik zur Steigerung der Materialeffizienz kann die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands stärken und dabei den Ressourcenverbrauch senken.